

ÜBUNGSAUFGABEN (VIII)

(Abgabe Montag, 19.6.2023; Besprechung Mittwoch, 21.6.2023)

Aufgabe 1: (4 Punkte)

Eine homogen geladene Scheibe vom Radius R und vernachlässigbarer Dicke liegt in der xy -Ebene mit Zentrum bei $z = 0$ und rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit ω um ihre Symmetrieachse (z -Achse). Berechnen Sie die erzeugte magnetische Flussdichte B entlang der Symmetrieachse als Funktion der Gesamtladung Q und des Abstands z vom Scheibenzentrum. Vergleichen Sie das Ergebnis für $z = 0$ mit dem eines Kreisstroms in einer Leiterschleife vom Radius R .

Aufgabe 2: (4 Punkte)

Eine leitende Kreisscheibe mit Radius R rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ um ihre Symmetrieachse. Die Scheibe wird von einem homogenen Magnetfeld $\vec{B}$ in Richtung von $\vec{\omega}$ durchsetzt, wodurch im Gleichgewicht eine Spannung U zwischen Zentrum und Rand der Scheibe resultiert. Das Zentrum der Scheibe sei geerdet.

- Bestimmen Sie Betrag und Richtung des induzierten elektrischen Feldes $E(r)$ als Funktion des radialen Abstands r vom Zentrum sowie die Spannung U zwischen Zentrum und Rand.
- Der Rand der Scheibe werde außerhalb des Magnetfelds mittels Schleifkontakt geerdet. Erläutern Sie, weshalb die Scheibe dadurch abgebremst wird.

Tipp: Benutzen Sie zur Berechnung von $E(r)$ die Lorentzkraft.

Aufgabe 3: (5 Punkte)

Gegeben sei ein langer zylindrischer Ferritmagnet (Querschnittsfläche A_s , Masse m) mit homogener Magnetisierung M_s entlang seiner Symmetrieachse und konstanter Flussdichte im Inneren von $B_s = \mu_0 M_s$. Der Stab wird von oben mit dem magnetischen Nordpol voran in eine aufrecht stehende, lange Zylinderspule mit Wicklungsdichte n ($\hat{=}$ Wicklungen/Länge) hineingeschoben, ohne dass er vollständig in der Spule verschwindet. Welcher Strom I ist nötig, damit die auf dem Stab wirkenden magnetischen Kräfte dessen Gewichtskraft mg kompensieren und folglich der Stab in der Spule schwebt?

Hinweise: Zur Vereinfachung werde angenommen, dass das Magnetfeld B der Spule im Inneren homogen ist und überall außerhalb der Spule identisch null wird. Verwenden Sie zur Berechnung der magnetischen Kräfte die Beziehung $\vec{F} = -\text{grad } E_{\text{pot}}$.

Zahlenwerte: $B_s = 0.4 \text{ T}$, $A_s = 1 \text{ cm}^2$, $m = 50 \text{ g}$, $n = 100 \text{ cm}^{-1}$.